5Л

УДК 004.942:519.876.5

Б.Б. Любінський[1], Р.А. Бунь[1,2]
[1] Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна
[2] Академія бізнесу, м. Домброва Гурніча, Польща
bogdan.lybinsky@gmail.com

Архітектура спеціалізованих програмних модулів для географічного аналізу об’єктів при інвентаризації парникових газів

Представлено архітектуру реалізації програмних модулів для географічного аналізу та реалізації процедур дезагрегації та формування множини елементарних об’єктів в процесі просторової інвентаризації парникових газів. Проаналізовано специфіку вхідних даних, охарактеризовано виконувані функції та показано особливості подання і візуалізації просторових кадастрів емісій.

Вступ

Глобальне потепління – це одна із найактуальніших проблем людства. Основною причиною потепління вчені вважають збільшення в атмосфері концентрації парникових газів (вуглекислого газу, метану, закису азоту та інших). Тому значні зусилля витрачаються на розроблення дієвих механізмів зменшення емісій парникових газів та налагодження ефективних процедур інвентаризації таких газів [1].

Методи просторового аналізу емісій та поглинань парникових газів дають можливість формувати регіональні кадастри, які відображають питомі емісії парникових газів (емісії, віднесені до одиниці площі) і служать інструментарієм для владних структур в процесі підтримки прийняття зважених управлінських рішень в економіко-екологічній сфері [2], [3]. Проте методи просторової інвентаризації парникових газів повинні базуватися на геоінформаційних системах. Використання в такій ролі сучасних ліцензійних універсальних геоінформаційних систем є можливим, але потребує розроблення додаткових спеціалізованих модулів [4], [5]. Тому оправданим є створення ефективних вузькоспеціалізованих геоінформаційних систем, призначених виключно для побудови просторових кадастрів емісій парникових газів на регіональному рівні. Основу таких кадастрів складають так звані елементарні об’єкти – невеликі ділянки заданого розміру, отримані з використанням цифрових карт аналізованих територій. Найчастіше такі елементарні об’єкти мають квадратну форму, проте кордони певної адміністративної одиниці (області, району тощо) можуть розділити ці квадратні об’єкти на менші елементарні ділянки неправильної форми.

Метою даної статті є представлення архітектури окремих модулів такої спеціалізованої геоінформаційної системи, які дають можливість здійснювати дезагрегацію даних про результати господарської діяльності в адміністративній одиниці до рівня елементарних об’єктів – сітки встановленого розміру для реалізації процедур просторового аналізу емісій основних парникових газів. Ці програмні засоби забезпечують також можливість фільтрування (відбору) елементарних об’єктів за заданими критеріями, що необхідно для інвентаризації парникових газів в окремих категоріях господарської діяльності. Можна також виконувати композицію чи об’єднання як вхідних даних, так і результатів просторового аналізу для отримання узагальнених

даних про емісії чи поглинання парникових газів на рівні адміністративних районів чи областей в цілому. Проаналізовано переваги саме такої архітектури, а також відповідних підходів на основі методів географічного аналізу складних процесів емісії та поглинання парникових газів.

У роботі висвітлено принципи побудови архітектури окремих програмних модулів, що дозволяють автоматизувати процес інвентаризації парникових газів в енергетичному секторі, секторах промисловості та сільського господарства на основі цифрових карт відповідної місцевості, поданих у форматі TAB, MID/MIF та додаткової інформації користувача. Таким чином, наведено частковий опис функціональності програмного продукту, який покликаний надати повний спектр операцій географічного аналізу, що мають місце при створенні спеціалізованих геоінформаційних технологій формування просторових кадастрів емісій чи поглинань парникових газів [3], [5].

Вимоги до архітектури і використання існуючих рішень

Створювані модулі повинні задовольняти ряд вимог щодо вхідних даних та результатів обчислень. Як вхідні дані повинні використовуватися:

– цифрові карти аналізованої місцевості (адміністративні карти регіонів, карти лісів, карти землекористування, карти автомобільних чи залізничних доріг тощо); ці карти повинні містити дані, які використовують при побудові кадастрів емісій (населені пункти та їх типи, кількість населення, що в них проживає, типи лісів за породами, пропускні здатності доріг тощо);

– георозподілені бази статистичних даних про результати господарської діяльності, яка спричиняє емісії чи поглинання парникових газів на певній території; зазвичай ці дані стосуються адміністративного району чи області в цілому і включають: дані про використання викопного палива (вугілля, природного газу, нафти та ін.) в різноманітних категоріях енергетичного сектору [6] – при виробництві електро- та теплоенергії, в житловому секторі, в промисловості і будівництві, при видобуванні та переробці палива, в транспортному секторі [7]; обсяги виробництва продукції в промисловості (цементу, вапна, м’ясних виробів, хлібобулочних та алкогольних виробів тощо) [8]; поголів’я свійських тварин (молочної та немолочної рогатої худоби, свиней, коней, овець та птиці) та обсяги внесених мінеральних добрив у сільському господарстві; обсяги лісових насаджень та обсяги промислової заготівлі деревини в лісовому господарстві;

– основні параметри емісійних процесів (теплотворні значення використовуваного палива, коефіцієнти емісій тощо); як правило, ці параметри є специфічними для кожного аналізованого регіону;

– додаткові параметри налаштувань множини елементарних об’єктів для формування просторового кадастру емісій, які отримують на основі сітки дезагрегації.

Спеціалізовані програмні модулі геоінформаційної системи просторового аналізу емісій парникових газів повинні забезпечувати виконання наступних функцій:

– формування множини елементарних об’єктів для просторового аналізу емісійних процесів (на основі сітки встановленого розміру); обґрунтованим є, наприклад, крок сітки 2 км чи 5 км при інвентаризації парникових газів в адміністративній області та крок сітки 100 м чи 200 м при аналізі емісійних процесів на рівні окремо взятого міста;

– реалізація процедур дезагрегації даних про використане паливо чи будь-які інші результати господарської діяльності до рівня елементарних об’єктів;

– обчислення емісій чи поглинань вуглекислого газу, метану, закису азоту, неметанових вуглецевих сполук тощо в кожному елементарному об’єкті з використанням відповідних математичних моделей;

– відображення результатів просторового аналізу емісій на рівні елементарних об’єктів (побудова цифрових карт питомих емісій чи поглинань – емісій, віднесених до одиниці площі);

– узагальнення отриманих результатів просторового аналізу до рівня адміністративних одиниць (найчастіше – адміністративних районів) і їх візуалізація, наприклад, у вигляді діаграм.

Модулі, які здійснюють власне географічний аналіз територій та елементарних об’єктів, створено на основі бібліотеки MITAB (дозволяє читати дані формату TAB і MID/MIF) та додатково розробленої C# обгортки («wraper») над процедурно-орієнтованою MITAB бібліотекою.

Специфіка архітектури програмних модулів

В архітектуру створених програмних модулів географічного аналізу входять як обов’язкові модулі, що забезпечують загальну підтримку функціональності, так і додаткові модулі, які відповідають за виконання процедур композиції та дезагрегації. До обов’язкових модулів можна віднести:

а) бібліотеку «MITAB», яка реалізована на мові C і працює безпосередньо з даними формату mid/mif (MITAB бібліотека є безкоштовна);

б) бібліотеку класів «MiWraper», яка реалізована з використанням .NET технології і яка є обгорткою над MITAB (екземпляри класів цієї бібліотеки читають дані формату mid/mif і на основі цих даних будують відповідні графічні об’єкти (рис. 1);

в) бібліотеку класів «MiGraphic», яка реалізована з використанням .NET технології і яка відображає карти, а також графічні примітиви, що є присутні на карті (рис. 1).

Додатковими модулями, які призначені для композиції та дезагрегації як географічних об’єктів, так і віднесених до них даних, є (рис. 2 та рис. 3):

а) клас «MyTruncatedRegion», реалізований з використанням .NET технології, з допомогою якого створюють нові карти в результаті композиції об’єктів типу «регіон» (рис. 4);

б) клас «MyTruncatedNet», реалізований з використанням .NET технології, з допомогою якого відбувається дезагрегація даних результатів господарської діяльності та формування множини елементарних об’єктів для просторового аналізу на основі сітки встановленого розміру (рис. 5).

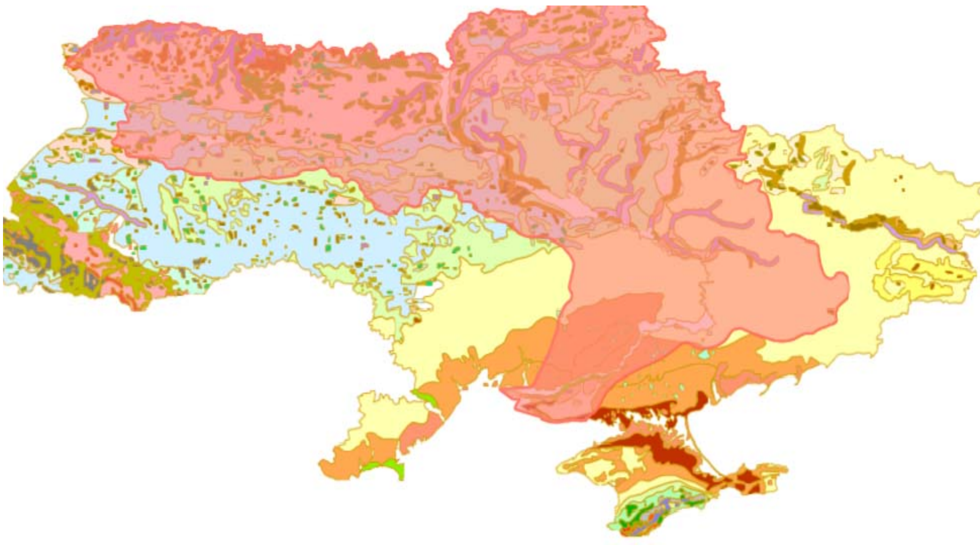


Рисунок 1 – Відображення графічних об’єктів

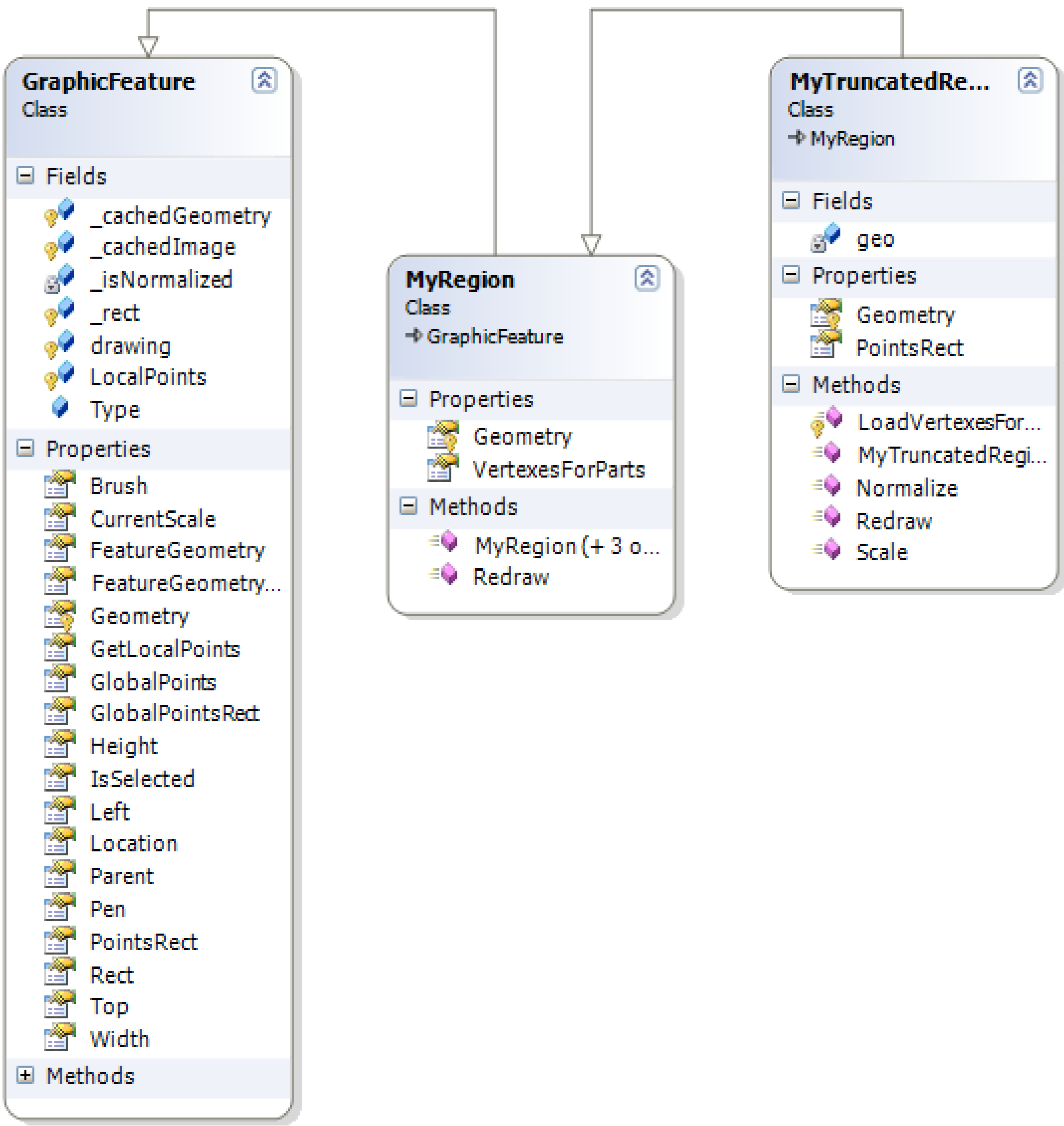


Рисунок 2 – Архітектура модуля композиції

Наведені архітектури (рис. 2 та рис. 3) забезпечують необхідну поліморфну гнучкість, а також послаблюють залежність між класами бібліотек «MiWpaper» і «MiGraphic». Клас GraphicFeature містить геометрію об’єктів формату mid/mif, натомість клас MyRegion забезпечує роботу з об’єктами типу «Region» формату mid/mif. Інформація, яка необхідна для відображення даних цього типу, зберігається в класі GraphicFeature.

Візуалізація об’єкта типу «Region» реалізується в методі Redraw класу MyRegion. Клас MyTruncatedRegion виконує композицію географічних об’єктів типу «Region» (рис. 1) і в результаті отримується нова карта (рис. 4). Візуалізацію нового графічного об’єкта «сітка» забезпечує клас MyNet, в результаті чого створюється новий шар («Layer»). Базові можливості роботи з шаром («Layer») реалізує клас BaseGraphicLayer. Він відповідає за правильне розміщення графічних об’єктів на карті, на основі їх геометрії. В класі реалізовано масштабування всіх об’єктів формату mid/mif, реалізовано накладання шарів («Layers») одного на другого, що дає можливість комбінувати карти і на основі них створювати нові. Накладання

реалізовано таким чином, що шари не перекривають один другого візуально, а лише доповнюють. Клас MyNet реалізує сітку, як окремий шар, який далі накладається на карти. Декомпозиція об'єктів реалізується в класі MyTruncateNet, в результаті утворюється нова множина елементарних об'єктів, які використовуються в процесі інвентаризації парникових газів.

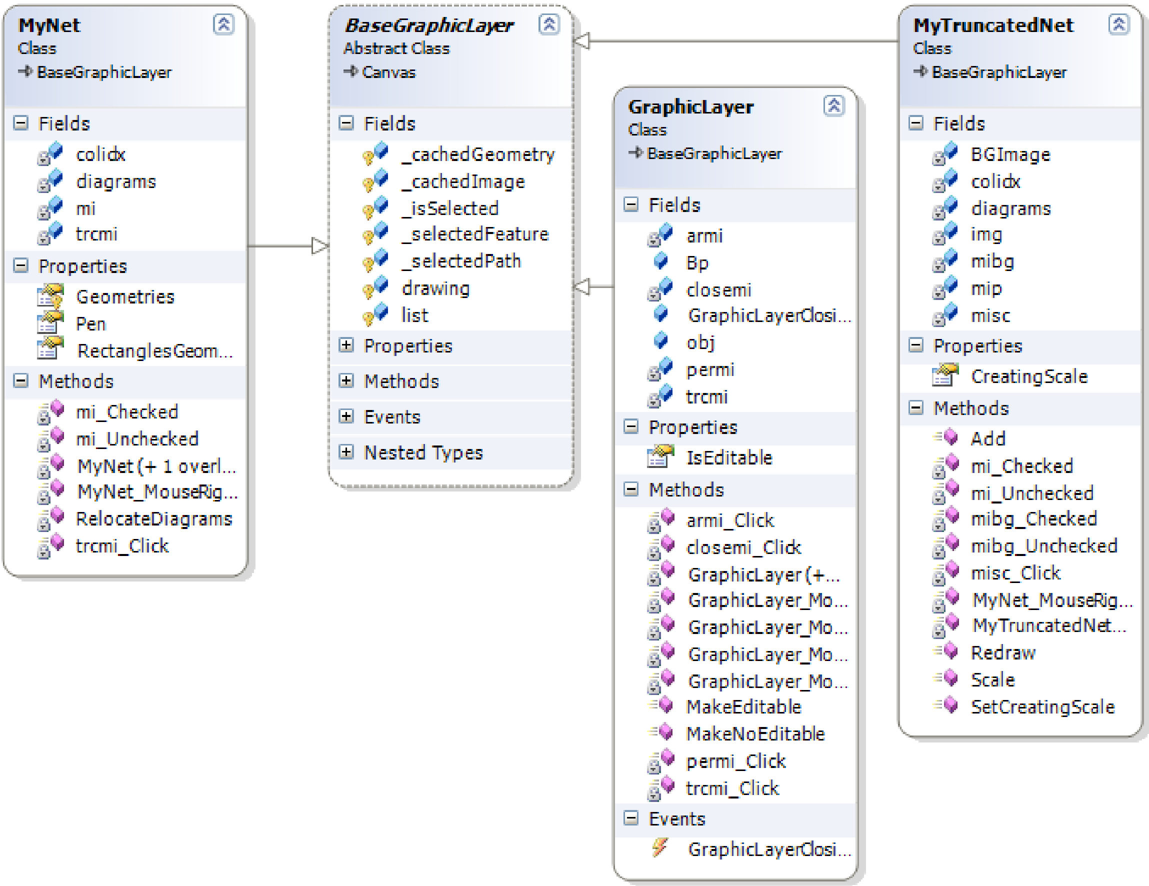


Рисунок 3 – Архітектура модуля дезагрегації

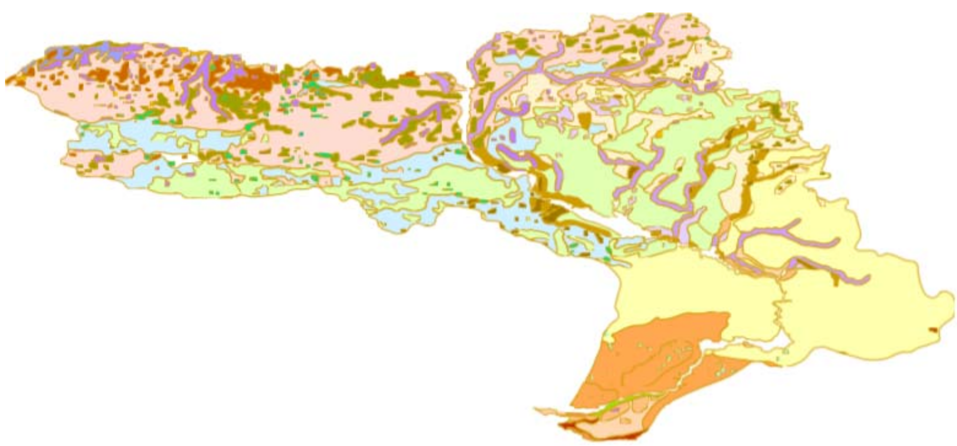


Рисунок 4 – Результат композиції двох географічних об'єктів

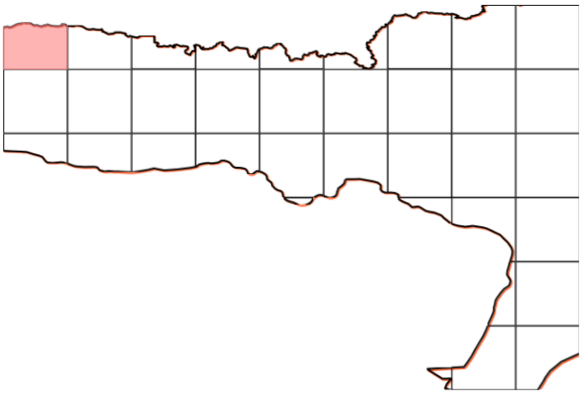


Рисунок 5 – Результат дезагрегації елементарного об’єкта

Висновки

Для реалізації просторової інвентаризації парникових газів доцільно використовувати спеціалізовану геоінформаційну систему, яка повною мірою враховує специфіку процедур побудови просторових кадастрів емісій. В архітектурі цієї геоінформаційної системи важливе місце мають програмні модулі, які забезпечують операції композиції та дезагрегування як на рівні елементарних об’єктів, так і на рівні віднесених до них даних. Гнучка архітектура побудови цих модулів композиції та дезагрегації даних стосовно результатів господарської діяльності для елементарних об’єктів дає можливість здійснювати просторовий аналіз емісій на основі сітки встановленого розміру. В роботі наведено переваги саме такої архітектури, а також відповідних підходів на основі методів географічного аналізу.

Запропонована архітектура дає можливість: правильно виконувати композицію карт форматів TAB і MID/MIF; створювати нові спеціалізовані шари карти з проміжними та кінцевими результатами інвентаризації; оперувати даними карти з можливістю додавання геоінформації користувача; візуалізувати результати інвентаризації парникових газів.

Література

1. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K. (eds). – IPCC, IGES, Japan, 2006.
2. Гамаль Х. Геоінформаційні технології просторового аналізу емісії парникових газів у енергетичному секторі : дис. … канд. техн. Наук : 05.13.06 / Гамаль Х. – Львів, 2009. – 256 с.
3. Бунь Р.А. Інформаційні технології формування кадастру емісій парникових газів Львівщини / [Р.А. Бунь, Н.О. Шпак, Б.М. Матолич та ін.]. – Львів : Видавничий дім «Укрпол», 2010. – 272 с.
4. Exploring geographic information systems and science / [Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D.]. – John Wiley & Sons, 2005. – 517 p.
5. Інформаційні технології інвентаризації парникових газів та прогнозування вуглецевого балансу України / Р.А. Бунь, М.І. Густі, В.С. Дачук та ін. ; за ред. Р.А. Буня. – Львів : УАД, 2004. – 376 с.
6. Бунь Р.А. Геоінформаційна технологія просторової інвентаризації парникових газів в енергетичній галузі на регіональному рівні / Р.А. Бунь, Х.В. Гамаль // Вісник Східноукраїнського національного університету. – 2008. – № 1. – С. 23-31.
7. Гамаль Х.В. Математичне та програмне забезпечення для просторової інвентаризації парникових газів у транспортному секторі / Х.В. Гамаль // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Інформаційні системи та мережі. – 2008. – № 621. – С. 97-108.
8. Яремчишин Е.Б. Специализированная геоинформационная система моделирования и анализа эмиссии парниковых газов в промышленном секторе на региональном уровне / Е.Б. Яремчишин, Р.А. Бунь, К.В. Гамаль // Штучний інтелект. – 2009. – № 3. – С. 152-159.

Literatura

1. Eggleston H.S. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC. IGES. Japan. 2006.
2. Gamal' H. Geoinformacijni tehnologii prostorovogo analizu emisii parnykovyh gaziv u energetychnomu sektori. L'viv. 2009. 256 s.
3. Bun' R.A. Informacijni tehnologiy formuvannja kadastru emisij parnykovyh gaziv L'vivshhyny. L'viv: Vydavnychij dim "Ukrpol". 2010. 272 s.
4. Longley P. Exploring geographic information systems and science. John Wiley & Sons. 2005. 517 p.
5. Bun' R.A. Informacijni tehnologii inventaryzacii parnykovih gaziv ta prognozuvannja vuglecevogo balansu Ukrainy. L'viv: UAD. 2004. 376 s.
6. Bun' R.A. Visnyk Shidnoukrains'kogo nacional'nogo universytetu. Lugans'k. № 1. 2008. S. 23-31.
7. Gamal' H.V. Visnyk Nacional'nogo universytetu "L'vivs'ka politehnika" : Informacijni systemi ta merezhi. № 621. 2008. S. 97-108.
8. Jaremchishin E.B. Shtuchnyj intelekt. № 3. 2009. S. 152-159.

Б.Б. Любинский, Р.А. Бунь

Архитектура специализированных программных модулей для географического анализа объектов при инвентаризации парниковых газов

Представлена архитектура реализации программных модулей для географического анализа и реализации процедур дезагрегации и формирование множества элементарных объектов в процессе пространственной инвентаризации парниковых газов. Проанализирована специфика входных данных, охарактеризованы выполняемые функции и показаны особенности представления и визуализации пространственных кадастров эмиссий.

B.B. Lyubinsky, R.A. Bun

Architecture of Specialized Software Modules for Geographical Analysis of Objects in Inventory of Greenhouse Gas Emissions

Architecture of software modules for geographical analysis and implementation of procedures of disaggregation and formation of a set of elementary objects in the spatial inventory of greenhouse gas emissions is presented. The specifics of input data are analyzed, the performed functions are characterized, and features of representation and visualization of spatial emission inventories are introduced.

Стаття надійшла до редакції 04.07.2011.